جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره یازدهم، پاییز ۱۳۹۳

صص ۱۹-۱

بازسازی تغییرات اقلیمی هولوسن و پلیئستوسن پسین منطقه زاگرس میانی با استفاده از شواهد گرده‌شناسی تالاب هشیلان

رضا صفایی‌راد- دانشجوی دکتری آب وهوا شناسی دیرینه، دانشگاه تهران، تهران، ایران

قاسم عزیزی[1]- دانشیار آب وهوا شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

حسین محمدی- استاد آب وهوا شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

حمید علیزاده لاهیجانی- دانشیار رسوب‌شناسی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوّی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۷ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۸/۲۷

چکیده

در این پژوهش به‌منظور بررسی تغییرات آب‌وهوایی پلیئستوسن پسین و هولوسن منطقه زاگرس میانی یک مغزه رسوبی به طول ۱۲ متر از رسوبات تالاب هشیلان واقع در شمال غربی کرمانشاه برداشته شد و بر روی ۵ متر بالایی آن به روش موور و همکاران (۱۹۹۱) مطالعه گرده‌شناسی انجام گردید. بر اساس شواهد گرده‌شناسی تالاب هشیلان، پوشش گیاهی پلیئستوسن پسین از نوع استپ خشک اسفناجیان و درمنه بوده است که نشان دهنده شرایط آب‌وهوایی سرد و خشک است. با شروع هولوسن گندمیان جایگزین اسفناجیان و درمنه شده‌اند و پوشش گیاهی از استپی به ساوان پسته- بلوط تغییر کرده است که نشان دهنده افزایش نسبی دما و بارش است. شواهدی همچون رویش درختان و درختچه‌های مقاوم به خشکی پسته کوهی و بادام، محدود شدن رشد درختان به کنار پهنه‌های آبی، خشک‌شدگی سطح تالاب و عدم گسترش جنگل‌های بلوط در هولوسن پیشین حاکی از وجود یک فصل گرم و خشک طولانی است که موازنه بارش- تبخیر در آن به‌شدت منفی بوده است. بر این اساس آب‌وهوای هولوسن پیشین با یک فصل سرد و مرطوب و یک فصل گرم و خشک طولانی مشخص می‌شود. به‌تدریج با محدودشدگی فصل خشک، دامنه بارش‌ها گسترش‌یافته و جنگل‌های بلوط در هولوسن میانی گسترش‌یافته و فراوانی آن‌ها تا عصر کنونی تقریباً ثابت مانده است. ازاین‌رو رژیم آب‌وهوای کنونی منطقه زاگرس از هولوسن میانی تثبیت‌شده است.

کلیدواژه‌ها: آب‌وهوا شناسی دیرینه، پالینولوژی (گرده‌شناسی)، پلیئستوسن پسین، هولوسن، زاگرس میانی و تالاب هشیلان.

---

[1]نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۸٤۱۱۹۲

Email: Ghazizi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

متداول‌ترین شیوه بازسازی شرایط اقلیمی گذشته، به‌ویژه در دوره کواترنری تحلیل گرده‌های گیاهی گذشته است. با توجه به این واقعیت که هر گیاهی در هر جایی پرورش نمی‌یابد، می‌توانیم با یک نظر اجمالی نتیجه بگیریم که تشکیل یک نوع زندگی گیاهی و جانوری در محیطی معین، نیازهای خاصی را در آن محیط طلب می‌کند (عزیزی، ۱۳۸۳: ۱۱٦). گرده‌های گیاهی به دلیل ویژگی‌های ساختاری که دارند می‌توانند برای مدت‌های طولانی حفظ شوند، ازاین‌رو دسترسی به آرشیوی از گرده‌های گیاهی فسیل موجود در رسوبات حوضه‌های رسوبی می‌تواند منجر به بازسازی پوشش گیاهی و آب‌وهوای سازنده آن‌ها شود (صفایی‌راد، ۱۳۹۲: ۱۷). اساساً گرده‌شناسی[1] روشی برای بازسازی پوشش گیاهی گذشته به‌وسیله گرده‌های گیاهی است که گیاهان دیرینه تولید کرده‌اند. گرده‌شناسی نقشی اساسی در مطالعات تغییر آب‌وهوایی کواترنر دارد (فاگری و ایورسن[2]، ۱۹۸۹) و تنها شاخه پراهمیت دیرینه‌بوم‌شناسی[3] برای پلیئستوسن و هولوسن است (روبرتز[4]، ۱۹۹۸). کوهستان زاگرس که از شمال‌غربی تا جنوب‌شرقی ایران امتداد دارد دارای پتانسیل بی‌نظیری برای انجام پژوهش‌های دیرینه‌بوم‌شناسی به‌منظور بازسازی پوشش گیاهی و آب‌وهوای منطقه خاورمیانه برای دوره‌های پلیئستوسن پسین و هولوسن است (جمالی[5] و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۲۳). بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه آب‌وهوای دیرینه ایران مربوط به غرب و شمال‌غرب ایران هستند (کهل[6]، ۲۰۰۹: ۱). علت آن نیز در ارتباط با اهمیت منطقه زاگرس به‌عنوان بخشی از هلال حاصلخیز خاورمیانه است که از نخستین مکان‌های شکل‌گیری کشاورزی و اهلی کردن حیوانات است. دریاچه زریبار مریوان (′۳۲°۳۵ عرض شمالی و ′۰۷°٤٦ طول شرقی) از مهم‌ترین سایت‌های دیرینه‌بوم‌شناسی منطقه زاگرس و خاورمیانه است و مغزه‌های رسوبی گرفته شده از آن که تغییرات آب‌وهوایی بیش از ٤۰ هزار سال گذشته را در خود بایگانی کرده‌اند با استفاده از روش‌های[7] مختلفی مورد بررسی قرارگرفته‌اند و نتایج آن‌ها به‌صورت مقالات متعددی به چاپ رسیده است از جمله مطالعات گرده‌شناسی: فن‌زئیست و رایت[8]، ۱۹٦۳؛ فن‌زئیست و بوتما[9]، ۱۹۷۷، ۱۹۹۱؛ آل_موسلیمانی[10]، ۱۹۸٦، ۱۹۸۷؛ مطالعه ژئوشیمی رسوبات: هوتچینسون و کوگویل[11]، ۱۹٦۳؛ مطالعات ماکروفسیل‌های گیاهی:

1 Palynology
2 Faegri and Iverson
3 Palaeoecology
4 Roberts
5 Djamali
6 Kehl
7 Proxy
8 van Zeist and Wright
9 van Zeist and Bottema
10 El-Moslimany
11 Hutchinson and Cogwill

واسیلیکوا[1]، ۱۹٦۷، ۲۰۰۵؛ واسیلیکوا و والانوس[2]، ۲۰۰٤؛ واسیلیکوا و همکاران، ۲۰۰٦؛ مطالعه کلادوسرا[3]: مگارد[4]، ۱۹٦۷؛ مطالعه دیاتومه‌ها[5]: اشنایدر[6] و همکاران، ۲۰۰۱ و مطالعه ایوتوپ‌های پایدار: استیونز[7] و همکاران، ۲۰۰۱). دریاچه میرآباد پلدختر (′۰۵°۳۳ عرض شمالی و ′٤۲°٤۷ طول شرقی) نیز از دیگر سایت‌های دیرینه‌بوم‌شناسی منطقه زاگرس است که به روش‌های گرده‌شناسی (فن‌زئیست و بوتما، ۱۹۷۷)، استراکود[8] (گریفیت[9] و همکاران، ۲۰۰۱) و ایزتوپ‌های پایدار (استیونز و همکاران، ۲۰۰٦) مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج پژوهش‌های گرده‌شناسی سایت‌های دیرینه‌بوم‌شناسی منطقه زاگرس نشان داد که در دوره‌های یخبندان پوشش گیاهی استپی درمنه[10] و اسفناجیان[11] که نشانگر آب‌وهوای سرد و خشک است در این منطقه حاکم بوده است. از دوره دیریخبندان[12] تا هولوسن پیشین[13] به‌تدریج پوشش ساوانی پسته- بلوط جایگزین پوشش استپی درمنه و اسفناجیان شده است و همچنین گیاهان تیره گندمیان[14] با شروع هولوسن به‌صورت ناگهانی جایگزین درمنه و اسفناجیان شده‌اند. حدود ٦۵۰۰ سال پیش از حاضر جنگل‌های بلوط زاگرس جایگزین پوشش ساوانی پسته- بلوط شده‌اند. شواهد گرده‌شناسی رسوبات دریاچه وان ترکیه (فن‌زئیست و ولدرینگ[15]، ۱۹۷۸؛ ویک[16] و همکاران، ۲۰۰۳؛ کاپلان[17]، ۲۰۱۳) نیز مشابهت‌هایی با منطقه زاگرس همچون وجود پوشش استپی در دوره یخبندان و تأخیر در گسترش جنگل‌های بلوط تا هولوسن میانی را نشان می‌دهد. بوتما (۱۹۸٦) در پژوهش گرده‌شناسی بر روی مغزه رسوبی دریاچه ارومیه به نتایج نزدیکی با آنچه از دریاچه‌های زریبار و میرآباد به‌دست‌آمده، رسیده است. جمالی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی گرده‌شناسی دو مغزه رسوبی طویل ۱۰۰ متری از دریاچه ارومیه، تاریخچه پوشش گیاهی و آب‌وهوای ۲۰۰ هزار سال گذشته منطقه اطراف دریاچه ارومیه را مشخص کردند و نشان دادند که در دوره‌های یخبندان پوشش گیاهی از نوع استپی و آب‌وهوا سرد و خشک بوده و در دوره‌های بین‌یخبندان پوشش گیاهی از نوع جنگلی و آب‌وهوا گرم و

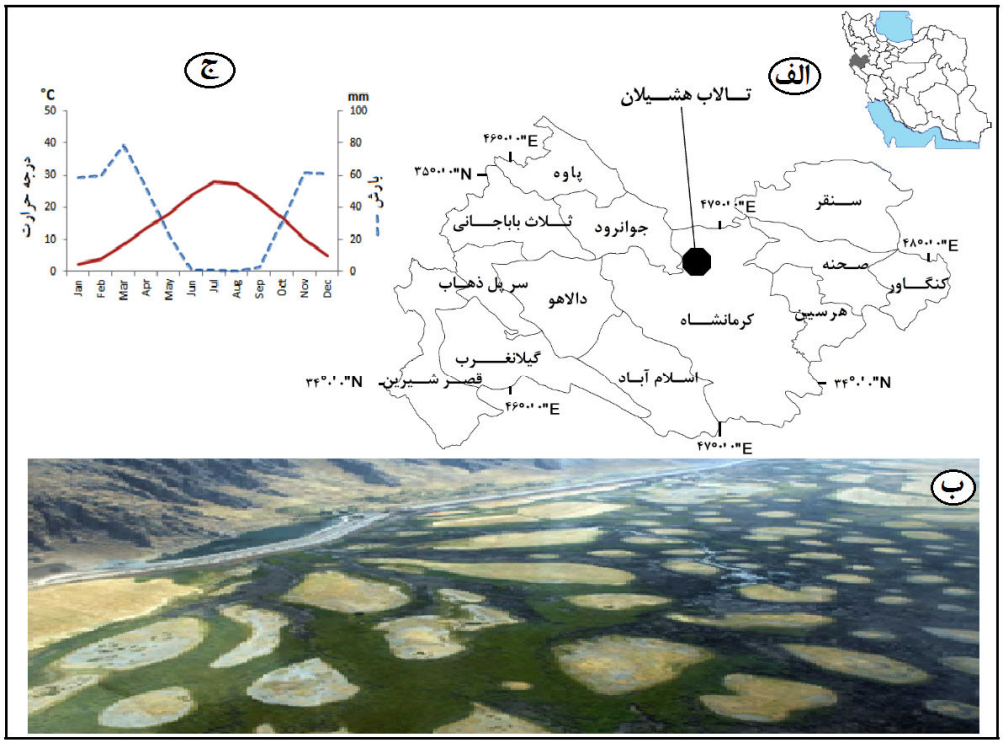
1 Wasylikowa
2 Wasylikowa and Walanus
3 Cladocera
4 Megard
5 Diatoms
6 Snyder
7 Stevens
8 Ostracod
9 Griffiths
10 *Artemisia*
11 Chenopodiaceae
12 Late-glacial
13 Early Holocene
14 Poaceae
15 van Zeist and Woldring
16 Wick
17 kaplan

مرطوب بوده است. باوجوداینکه پژوهش‌های انجام شده در منطقه زاگرس به‌طورکلی پرده از تغییرات آب‌وهوایی و وضعیت دیرینه بوم‌شناسی مناطق شمال غربی و غربی ایران برداشته‌اند؛ اما تعداد این پژوهش‌ها بسیار اندک و انگشت‌شمار است و برای آنکه تصویر شفافی از وضعیت آب‌وهوایی دیرینه منطقه زاگرس و کشور ایران فراهم شود پژوهش‌های فراوانی باید انجام شود. داده‌های حاصل از ابزارهای هواشناسی با آنکه دقیق‌ترین داده‌ها برای مطالعه وضعیت آب‌وهوایی می‌باشند؛ اما از حیث زمانی ما را از وضعیت آب‌وهوایی حدود ٦٠ سال گذشته ایران آگاه می‌سازند و با تکیه بر این نوع داده‌ها اطلاعات ما از وضعیت آب‌وهوایی ایران به همین چند دهه محدود می‌شود. ازاین‌رو انجام پژوهش‌های آب‌وهوا شناسی دیرینه که منجر به تولید داده‌های طولانی‌مدت می‌شوند ضروری است. از سوی دیگر داده‌های حاصل از چنین پژوهش‌هایی یکی از اساسی‌ترین ورودی‌ها در مدل‌سازی آب‌وهوای دیرینه هستند و به بازسازی و کشف علت تغییرات آب‌وهوای دیرینه کمک شایانی می‌کنند. هدف از انجام این پژوهش بازسازی تغییرات آب‌وهوایی هولوسن و پلیئستوسن پسین منطقه زاگرس میانی با استفاده از شواهد گرده‌شناسی تالاب هشیلان است.

۲. منطقه مورد مطالعه

تالاب هشیلان با موقعیت جغرافیایی ′٥٣ °٤٦ طول شرقی و ′٣٤ °٣٤ عرض شمالی با ارتفاع ١٣١٠ متر از سطح دریا به‌صورت ناودیسی در گستره دشتی و اراضی پست دامنه کوه‌های خورین و ویس در فاصله ٣٦ کیلومتری شمال‌غربی شهر کرمانشاه قرار دارد. این تالاب با مساحتی حدود ٤٥٠ هکتار دارای شکل ویژه‌ای است به‌نحوی‌که سطح این تالاب به‌صورت یکدست پوشیده از آب نیست، بلکه دارای حدود ١١٠ جزیره در ابعاد مختلف است که آب اطراف این جزیره‌ها را فراگرفته است و در مواقعی که سطح آب بالا می‌آید بعضی از آن‌ها زیر آب پنهان می‌شوند (شکل ١). منطقه مورد مطالعه جز مناطق استپی زاگرس محسوب می‌شود و پوشش‌گیاهی غالب آن را گیاهان علفی و بوته‌ای تشکیل می‌دهد. وجود درختان و درختچه‌ها در این منطقه اندک و محدود به چند نوع از جمله پسته کوهی[1]، زالزالک[2] و بادام است و درخت بلوط که درخت اصلی جنگل‌های زاگرس است در حوضه آبریز تالاب هشیلان وجود ندارد. به ترتیب گلستاره‌ای[3] ها، گندمیان و جگنیان[4] متداول‌ترین خانواده‌های گیاهی تالاب می‌باشند (کرمی[5] و همکاران، ٢٠٠١).

1 Pistacia
2 Crataegus
3 Asteraceae
4 Cyperaceae
5 Karami



شکل ۱ الف) موقعیت منطقه پژوهش؛ ب) تصویر تالاب هشیلان (نگاه رو به شمال شرق)؛
ج) نمودار آمبروترمیک ایستگاه کرمانشاه دوره آماری (۲۰۱۰-۱۹۸۱)

در رژیم آب‌وهوای کنونی منطقه مورد مطالعه قسمت عمده بارش سالانه (٤٢٩ میلیمتر) متعلق به دوره سرد سال است به‌گونه‌ای که از نظر رژیم فصلی، ٤٥,٧ درصد بارش‌ها در زمستان، ٣٥,٧ درصد در پاییز، ١٧,٦ درصد در بهار و تنها ٠,٩ درصد در تابستان فرو می‌ریزد. به‌این‌ترتیب منطقه مورد مطالعه دارای یک فصل مرطوب در دوره سرد سال و یک فصل گرم و خشک در تابستان است. همچنین متوسط دمای سالانه ١٥ درجه سلسیوس است و دما در گرم‌ترین ماه سال (جولای[1]) ٢٧,٩ و در سردترین ماه سال (ژانویه[2]) ٢,٤ درجه سلسیوس است.

۳. مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای بازسازی تغییرات آب‌وهوایی منطقه زاگرس میانی از روش گرده‌شناسی استفاده شده است. به این منظور با استفاده از مغزه‌گیر روسی[3] یک مغزه رسوبی[4] به طول ۱۲ متر از رسوبات تالاب

1 July
2 January
3 Russian Corer
4 Sediment Core

هشیلان برداشته شد که در پژوهش حاضر بر روی ۵ متر بالایی آن عملیات گرده‌شناسی انجام شده است. کلیه امور آزمایشگاهی مربوط به آنالیز گرده‌های گیاهی در آزمایشگاه پالئوکلیماتولوژی دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران انجام شده است. به‌منظور آنالیز گرده‌های گیاهی فسیل، نمونه‌های متوالی در فواصل ۲۰، ۱۰ و در برخی اعماق ۵ سانتیمتری با حجم یک سانتیمتر مکعب از مغزه رسوبی برداشته شد. برای آماده‌سازی نمونه‌ها از روش موور[1] و همکاران (۱۹۹۱) با اندکی تغییر استفاده به‌عمل‌آمده است که شامل: افزودن هاگ‌های مصنوعی لیکوپودیم[2] به‌منظور محاسبه غلظت گرده‌ای، تیمار هیدروکسید پتاسیم ۱۰ درصد (10% KOH) به‌منظور حذف مواد آلی و جداشدگی ذرات نمونه، الک (با مش ۱۶۰ میکرن) به‌منظور حذف ذرات درشت‌تر از گرده‌ها، تیمار اسید هیدروکلریک ۱۰ درصد (10% HCL) به‌منظور حذف مواد کربناتی، تیمار اسید هیدروفلوریک ٤٧ درصد (47% HF) به‌منظور حذف سیلیکات‌ها (رس، سیلت و ماسه)، استولیز[3] به‌منظور حذف سلولزها و پاک کردن و رنگ دادن به گرده‌ها، الک (با مش ۷ میکرن) به‌منظور حذف ذرات ریزتر از گرده‌ها، آبزدایی و قراردادن نمونه‌ها در روغن سیلیکون[4] با ویسکوزیته[5] ۲۰۰۰ است. برای شناسایی گرده‌های گیاهی از اطلس‌های گرده‌ای همچون (موور و همکاران، ۱۹۹۱؛ دمسک[6] و همکاران، ۲۰۱۳) و سایت‌های اطلس گرده و هاگ استرالیا و آریزونا استفاده شد. همچنین به‌منظور شناسایی گرده‌های گیاهان محلی از گیاهان حوضه آبریز تالاب هشیلان نمونه‌برداری شد و گرده‌های گیاهی آن‌ها شناسایی و از آن‌ها اسلاید مرجع[7] تهیه گردید و مورد استفاده قرار گرفتند. در هر نمونه حداقل ۳۰۰ دانه گرده بدون احتساب گرده‌های آبزی شمارش شد. حفظ‌شدگی گرده‌ها در بیشتر اعماق خوب بود اما در برخی از اعماق گرده‌ها از بین رفته بودند و امکان شمارش گرده‌ها تا رسیدن به مجموع گرده محاسب[8] وجود نداشت. غلظت گرده‌های گیاهان آبزی با استفاده از قرص‌های لیکوپودیوم اضافه شده به نمونه محاسبه شد (استوکمار[9]، ۱۹۷۱). محاسبات داده‌های گرده‌ای با استفاده از نرم‌افزار پولپال اکسل[10] انجام شد و در محیط نرم افزار پولپال دیاگرام[11] نمودارهای گرده[12] ترسیم شدند. به‌منظور نمایش بهتر درصد فراوانی گرده‌های گیاهی در نمودار

1 Moore
2 Lycopodium
3 Acetolysis
4 Silicon Oil
5 Viscosity
6 Demske
7 Reference Slide
8 Pollen sum
9 Stockmarr
10 Polpal Excel
11 Polpal Diagram (PPDiag)
12 Pollen Diagrams

گرده درصدی تالاب هشیلان از منحنی‌های بزرگنمایی[1] ثانویه‌ای در موازات با منحنی‌های اصلی استفاده شده است که مقدار بزرگنمایی این منحنی‌ها ۲۰ برابر مقدار واقعی است.

برای تعیین سن مغزه رسوبی تالاب هشیلان به طول ۱۲ متر، سه نمونه از مغزه برداشته شد و به آزمایشگاه تعیین سن رادیوکربن پوزنان[2] لهستان ارسال شدند و با استفاده از روش سن‌سنجی رادیوکربن سن آن‌ها مشخص گردید. مشخصات نمونه‌های سن‌سنجی شده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ نتایج سن‌سنجی رادیوکربنی مغزه رسوبی تالاب هشیلان

عمق نمونه (سانتیمتر)	کد نمونه در آزمایشگاه پوزنان	سن کربن ١٤ (پیش از حاضر)
۸۰	Poz-56903	۲۱۰۰±۲۵
۷۵۵	Poz-56904	۳۱۵۰۰±۳۰۰
۱۱۹۳	Poz-56905	۳۹۵۰۰±۷۰۰

٤. بحث و نتایج

در مرحله شناسایی و شمارش گرده‌های گیاهی فسیل در مجموع ۵۲ گرده گیاهی فسیل شناسایی شد که از این تعداد، ۳۹ گرده متعلق به گیاهان علفی، بوته‌ای و درختچه‌ای و ۱۳ گرده متعلق به درختان است. سپس در هر نمونه حداقل ۳۰۰ گرده گیاهی فسیل بدون احتساب گرده‌های گیاهان آبزی شمارش شد و نمودارهای گرده‌ای ترسیم گردیدند. نمودارهای گرده‌ای تالاب هشیلان به روش آماری با استفاده از نرم‌افزار پولپال به ۸ زون گرده‌ای[3] تقسیم و از پایین به بالا با علامت اختصاری H-1 تا H-8 (حرف H مخفف Hashilan است) نامگذاری شده‌اند (شکل‌های ۲ و ۳). زون‌های گرده‌ای H-1 تا H-5 مربوط به پلیئستوسن پسین و زون‌های گرده‌ای H-6 تا H-8 متعلق به دوره هولوسن می‌باشند. ویژگی‌های هرکدام از زون‌های گرده‌ای در قسمت زیر توضیح داده شده است:

توصیف زون‌های گرده‌ای

زون گرده‌ای H-1 (٤٨٥ تا ٤٧٥ سانتیمتری)

ویژگی اصلی این زون گرده‌ای فراوانی بسیار زیاد گرده تیره اسفناجیان است؛ به‌طوری‌که در این قسمت از مغزه رسوبی فراوانی این گرده به حداکثر مقدار خود در سراسر مغزه رسوبی، یعنی به ۸۳ درصد رسیده است. گرده‌های جنس درمنه و تیره گندمیان به ترتیب با ۷ و ٤ درصد از دیگر گرده‌های قابل‌توجه این زون

1 Exaggeration Curve
2 Poznań Radiocarbon Laboratory
3 Pollen Assemblage Zone (PAZ)

گرده‌ای هستند. پوشش گیاهی این زون از نوع استپی خشک درمنه- اسفناجیان است و بازتاب کننده یک محیط بدون درخت است.

زون گرده‌ای H-2 (۴۷۵ تا ۴۵۵ سانتیمتری)

در این زون درصد فراوانی گرده اسفناجیان نسبت به زون قبلی کاهش چشمگیری داشته و از ۸۳ درصد در زون H-1 به ۳۹ درصد رسیده است و درمقابل، گرده درمنه با ۱۹ درصد افزایش به ۲۶ درصد و گندمیان با ۲۰ درصد افزایش به ۲۴ درصد رسیده است. در این زون تمامی گرده‌های گیاهی از نوع علفی است و هیچ گونه گرده درختی وجود ندارد. فراوانی گرده‌های گیاهان آبزی در این زون نسبت به زون قبلی افزایش قابل‌توجهی یافته است. گرده‌های گیاهان آبزی این زون را جگنیان، علف هفت‌بند[1]، میریوفیلوم[2] و درخت بید[3] تشکیل می‌دهد. کاهش درصد فراوانی گرده اسفناجیان و افزایش گرده گیاهان آبزی از جمله تغییرات بارزی است که این قسمت از نمودار گرده را از دیگر قسمت‌ها متمایز ساخته است.

زون گرده‌ای H-3 (۴۴۵ تا ۴۱۵ سانتیمتری)

در این زون به‌طور متوسط درصد فراوانی گرده اسفناجیان ۵۵ درصد، درمنه ۲۰ درصد و گندمیان ۱۲ درصد است که در مقایسه با زون قبلی درصد فراوانی اسفناجیان افزایش و گرده‌های گندمیان و درمنه کاهش‌یافته است. از مجموع فراوانی گرده‌های گیاهی این زون ۰,۴ درصد آن‌ها متعلق به گرده‌های درختی است. گرده درخت کاج[4] به دلیل اینکه تا مسافت‌های زیادی از منشأ خود پراکنده می‌شود و جز درختان سازنده اکوسیستم زاگرس محسوب نمی‌شود از مجموع گرده‌ای محاسب محروم گردیده و صرفاً تغییرات آن در قالب نمودار گرده‌های درختی نشان داده شده است و در نمودار گرده آنچه که تحت عنوان گرده‌های درختی[5] (AP) ارائه شده است کاج را شامل نمی‌شود. در این زون گرده درختان نیز به مقدار کاج ۰,۰۸ وجود داشته است.

زون گرده‌ای H-4 (۴۰۵ تا ۳۱۵ سانتیمتری)

در این زون به‌طور متوسط درصد فراوانی گرده اسفناجیان با ۱۰ درصد کاهش نسبت به زون H-3 به ۴۵ درصد رسیده است. فراوانی گرده گندمیان ۲۰ درصد رسیده است. از مجموع فراوانی گرده‌های گیاهی این زون ۰,۵ درصد آن‌ها متعلق به گرده‌های درختی است. درخت چنار[6] نیز مانند درخت بید غالباً در حاشیه آب

1 Polygonum aviculare
2 Myriophyllum
3 Salix
4 Pinus
5 Arboreal Pollen (AP)
6 Platanus

می‌روید، ازاین‌رو با این درخت نیز مانند درخت کاج برخورد شده و از مجموع گرده‌ای محاسب حذف گردیده است. در این زون گرده درختان کاج ۰,۱٦ درصد و چنار ۰,۰۳ درصد نیز وجود داشته است.

زون گرده‌ای H-5 (۳۰۵ تا ۲۱۵ سانتیمتری)

در گذر از زون H-4 به این زون، اسفناجیان افزایش چشمگیری یافته‌اند و درصد فراوانی آن‌ها به ٦۰ درصد رسیده است. گندمیان نیز از ۲۰ درصد به ۱۱ درصد کاهش‌یافته‌اند. نکته قابل‌توجه در این زون مربوط به درصد فراوانی جنس هزارخار[1] است که در این زون بیشتر از زون‌های دیگر است و به‌طور خاص درصد فراوانی این گرده در عمق ۲۷۵ سانتیمتری به ٤ درصد رسیده است. اعماق ۲۳۰ و ۲۳۵ سانتیمتری نیز فاقد گرده می‌باشند. از تمامی گرده‌های تشکیل دهنده این زون ۹۹,۵ درصد متعلق به گرده‌های علفی و ۰,۵ درصد باقیمانده از نوع درختی می‌باشند که روند پیوسته‌ای نداشته و به‌صورت پراکنده در برخی از اعماق دیده شده‌اند.

زون گرده‌ای H-6 (۲۱۰ تا ۱۳۵ سانتیمتری)

در این زون گرده‌های درختی به‌طور متوسط ۳,۳ درصد از کل گرده‌های گیاهی را شامل شده‌اند و به شکل تدریجی از قسمت پایین این زون به سمت بالا روند افزایشی داشته‌اند. به‌طور متوسط گرده بلوط[2] ۱,۸ درصد، پسته کوهی ۱,۳ درصد، پیچ امین‌الدوله[3] ۰,۰۵ درصد، زبان گنجشک[4] ۰,۰۵ درصد، توسکا[5] ۰,۰۵ درصد، افرا[6] ۰,۰۵ درصد و گرده‌های کاج و چنار نیز به ترتیب ۰,۲۵ و ۱,٤ درصد از گرده‌های درختی را به خود اختصاص داده‌اند. گرده‌های درختان بلوط، پسته کوهی و چنار به‌صورت پیوسته در این زون وجود دارند اما گرده سایر درختان به‌صورت اندک و پراکنده مشاهده شده‌اند. در این زون نیز عمق ۱۹۵ سانتیمتری فاقد گرده است اما در همین عمق بقایای فراوانی از مواد آلی مشاهده شده است. افزون بر افزایش هرچند اندک اما پیوسته گرده‌های درختی در این زون، نکته بارز دیگر، افزایش بسیار شدید گرده‌های گندمیان و جایگزینی آن‌ها به جای گرده‌های اسفناجیان و درمنه است که پوشش غالب زون‌های پیشین را تشکیل می‌دادند. در گذر از عمق ۲۱۵ سانتیمتری به ۲۱۰ سانتیمتری گرده گندمیان از ۱۳ درصد به ٦٦ درصد افزایش و در مقابل آن گرده اسفناجیان از ۷۰ درصد به ۱۷ درصد کاهش‌یافته است. مهم‌ترین گرده‌های گیاهی این زون را به‌طور متوسط گندمیان با ٦۲ درصد، اسفناجیان ۱۵ درصد، درمنه ۳,۵ درصد (۱۱,۵ درصد کاهش

1 Cousinia
2 Quercus
3 Lonicera
4 Fraxinus
5 Alnus
6 Acer

نسبت به زون قبلی)، بادام[1] ۰,۱۵ درصد، گلستاره‌ای‌ها ٤ درصد، راسته سیکورایده[2] ٤,۵ درصد تشکیل می‌دهد. گرده‌های متعلق به گیاهان آبزی در این زون به یکباره افزایش‌یافته‌اند و همچنین از تنوع بیشتری نسبت به زون‌های قبلی برخوردارند. این گرده‌ها از نوع نی لوئی[3]، تیرکمان آبی[4]، لوئی (گرز)[5]، میریوفیلوم، جگنیان و به مقدار اندک بید و علف هفت‌بند می‌باشند. فراوانی گرده نی لوئی در این زون بیشتر از سایر زون‌هاست و از قسمت پایین این زون با روند تدریجی افزایش‌یافته است.

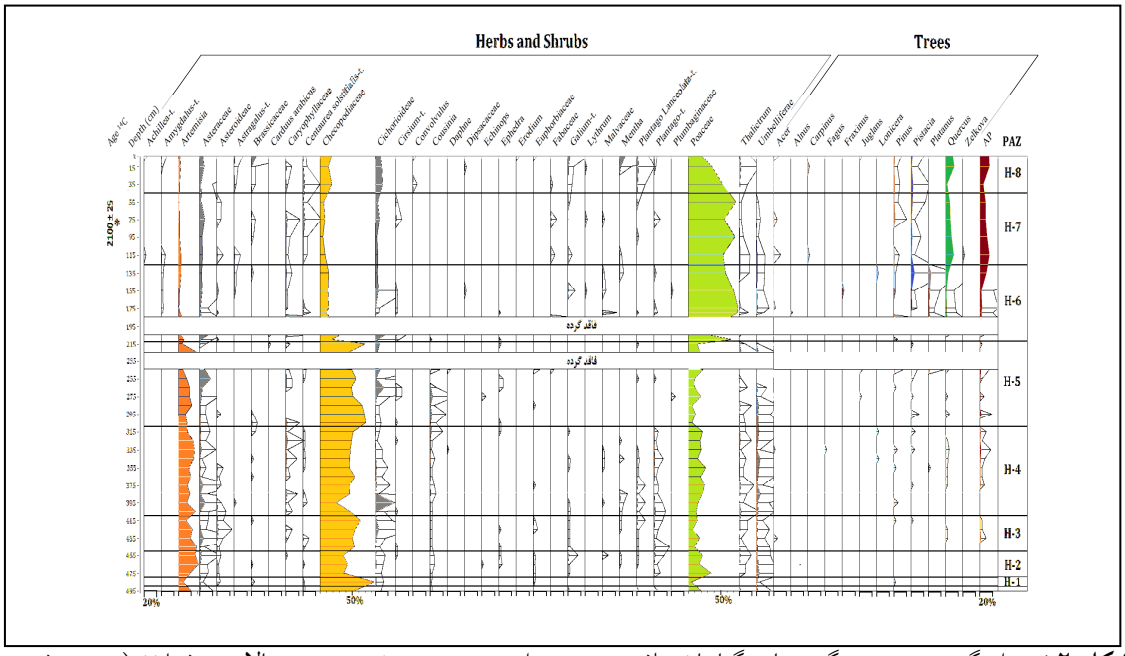
زون گرده‌ای H-7 (۱۱۵ تا ۵۵ سانتیمتری)

در این زون گرده‌های درختی ۱۲,۲ درصد از کل گرده‌های گیاهی را به خود اختصاص داده‌اند که در قیاس با زون‌های قبلی مقدار قابل‌توجهی است. مهم‌ترین گرده درختی گرده بلوط است که از ابتدای این زون افزایش چشمگیری یافته است. همچنین در این زون گرده پسته کوهی نیز به‌صورت پیوسته وجود دارد. گرده‌های درختی این زون را به‌طور متوسط بلوط با ۱۰,۲ درصد، پسته کوهی ۱,۳ درصد، افرا ۰,۵ درصد، ممرز[6] ۰,۰۸ درصد، آزاد[7] ۰,۰۸ درصد و کاج ۱ درصد تشکیل می‌دهند. در این زون گرده درخت چنار حذف شده است. مهم‌ترین گرده‌های گیاهی این زون را به‌طور متوسط گندمیان با ٦۳ درصد، اسفناجیان ٦ درصد، درمنه ۲,۵ درصد، بادام ۰,۱٦ درصد، گلستاره‌ای‌ها ٤,۸ درصد و راسته سیکورایده ٤,۵ درصد تشکیل می‌دهند. گرده‌های گیاهان آبزی در این زون از تنوع و فراوانی نسبتاً زیادی برخوردارند.

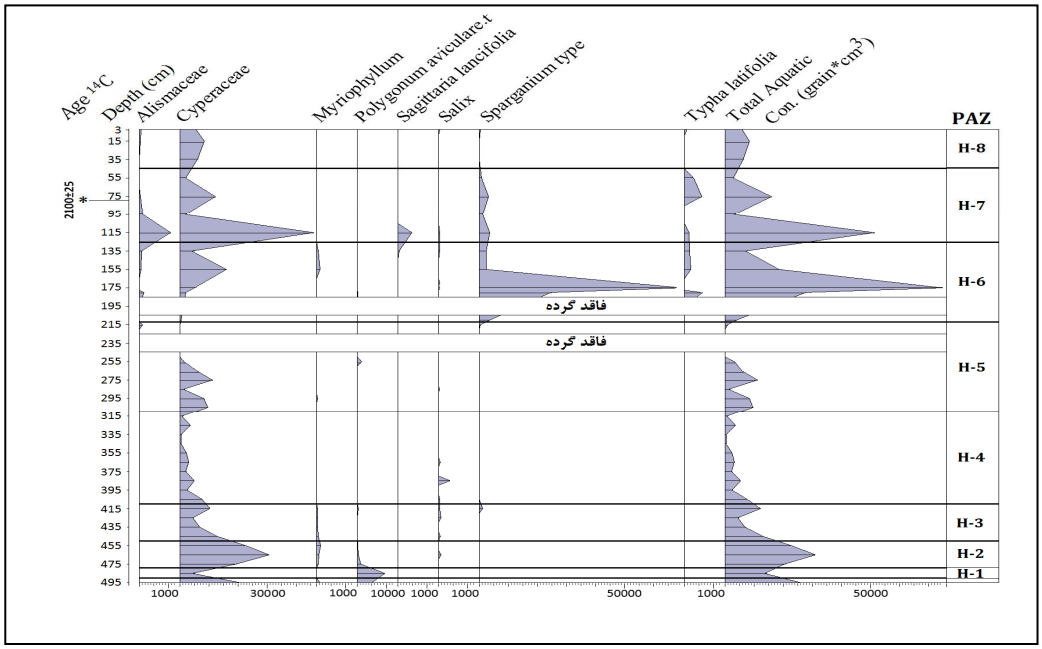
زون گرده‌ای H-8 (۳۵ تا ۰ سانتیمتری)

در این زون از کل گرده‌های گیاهی ۱۲,۸ درصد متعلق به گرده‌های درختی است. گرده‌های درختی این زون را به‌طور متوسط بلوط با ۱۰,۳ درصد، پسته کوهی با ۲,۱ درصد، افرا ۰,۲ درصد، ممرز ۰,۱ درصد، گردو ۰,۱ درصد و کاج ۱ درصد تشکیل می‌دهد. در این زون گرده‌های درختان بلوط و پسته کوهی به‌صورت پیوسته وجود دارند و گرده پسته کوهی نسبت به زون قبلی حدود یک درصد افزایش یافته است. در این زون فراوانی گرده‌های گندمیان در قیاس با زون قبلی ۲۵ درصد کاهش‌یافته است و در مقابل گرده اسفناجیان مقداری افزایش یافته است. عمده‌ترین گرده‌های گیاهی این زون را به‌طور متوسط گندمیان با ۳۸ درصد، اسفناجیان ۱٦ درصد، درمنه ۳ درصد، بادام ۰,٤ درصد، گلستاره‌ای‌ها ۵ درصد، سیکورایده ۱۰,۲ درصد و بارهنگ[8] ۱ درصد تشکیل می‌دهد.

1 Amygdalus
2 Cichorioideae
3 Sparganium type
4 Alismataceae
5 Typha latifolia
6 Carpinus
7 Zelkova
8 Plantago



شکل ۲ نمودار گرده درصدی گرده‌های گیاهان علفی، درختچه‌ای و درختی مغزه رسوبی تالاب هشیلان (ترسیم شده بر اساس گرده‌های گیاهی شمارش شده از مغزه تالاب هشیلان)، (خطوط افقی نازک مقاطعی از مغزه رسوبی که عملیات آماده‌سازی نمونه و شمارش گرده در آن‌ها انجام شده است را نشان می‌دهد).



شکل ۳ نمودار فراوانی مطلق گرده‌های گیاهان آبزی مغزه رسوبی تالاب هشیلان (ترسیم شده بر اساس گرده‌های گیاهی شمارش شده از مغزه تالاب هشیلان)

تفسیر زون‌های گرده‌ای

پوشش گیاهی منطقه زاگرس میانی با توجه به نمودار گرده تالاب هشیلان در پلیئستوسن پسین (زون‌های گرده‌ای H-1 تا H-5) از نوع استپی خشک است و گیاهان خانواده اسفناجیان، جنس درمنه و خانواده گندمیان عناصر گیاهی اصلی آن به شمار می‌روند که بر اساس تغییر درصد فراوانی این گیاهان استپی به زون‌های مختلفی تقسیم شده است. پوشش گیاهی استپی درمنه- اسفناجیان توسط پژوهشگران متعددی (فن‌زئیست و رایت، ۱۹٦۳؛ فن‌زئیست و بوتما، ۱۹۷۷؛ ویک و همکاران، ۲۰۰۳) نشان دهنده شرایط سرد و خشک تفسیر شده است. مقادیر زیاد گرده اسفناجیان در زون گرده‌ای H-1 بازتاب کننده یک دوره شدیداً خشک است که مقدار بارش آن در حدی بوده است که حتی گیاهان درمنه نیز به‌خوبی نتوانسته‌اند با شرایط خشک آن سازگار شوند و گیاهان خشکی‌پسند اسفناجیان پوشش گیاهی غالب منطقه را تشکیل داده‌اند. خانواده اسفناجیان برای رشد خود وابسته به بارش زمستانه هستند (ال-موسلیمانی، ۱۹۸۷) ازاین‌رو شرایط آب‌وهوایی در زمان شکل‌گیری این زون گرده‌ای شدیداً خشک با بارش اندک بوده است که قسمت اعظم آن نیز در فصل زمستان رخ می‌داده است. کاهش شدید گیاهان آبزی و رطوبت‌پسند حاشیه تالاب در همین زمان نیز به ناکافی بودن رطوبت برای رشد این‌گونه‌های گیاهی دلالت می‌کند. در این زون خشکی شدید آب‌وهوایی از عوامل اصلی عدم وجود درخت و گسترش پوشش گیاهی استپی خشک در منطقه پژوهش می‌باشد.

خانواده گندمیان تعرق زیادی دارند و سیستم ریشه‌ای سطحی و پراکنده دارند؛ بنابراین افزایش گندمیان نسبت به اسفناجیان و درمنه نشان از افزایش بارش نیمه گرم سال دارد (ال-موسلیمانی، ۱۹۸۷). در زون گرده‌ای H-2 افزایش درصد فراوانی درمنه و گندمیان و کاهش اسفناجیان نشان‌دهنده کاهش خشکی نسبت به زون قبلی است. افزایش درصد فراوانی درمنه در این زون می‌تواند حاکی از افزایش بارش زمستانه باشد. همچنین افزایش گیاهان خانواده گندمیان نیز که غالباً در فصل گرم رویش دارند نشان دهنده این است که در فصل گرم سال به‌ویژه بهار رطوبت خاک برای رشد این گیاهان نسبتاً کافی بوده است. وجود گیاه آبزی و غوطه‌ور در آب میریوفیلوم که در آب‌های شیرین رشد می‌کند نشان می‌دهد که تالاب دارای آب شیرین بوده است و یا اینکه حداقل آب آن زیاد شور نبوده و سطح آب نیز نسبتاً بالا بوده است. افزایش درصد فراوانی گیاهان خانواده اسفناجیان و کاهش گندمیان در زون H-3 نشان دهنده تمرکز بارش‌ها در فصل زمستان و همچنین کاهش رطوبت و خشک‌تر شدن آب‌وهوا در این زون نسبت به زون قبلی می‌باشد.

در زون گرده‌ای H-4 افزایش فراوانی گیاهان خانواده گندمیان و در مقابل آن کاهش اسفناجیان نشان‌دهنده وجود رطوبت در فصل گرم سال برای رشد گندمیان می‌باشد. متناسب با کاهش خشکی این زون درختان نیز هرچند به مقدار اندک اما به شکل نسبتاً پیوسته‌ای در این دوره وجود داشته‌اند. افزایش گندمیان احتمالاً نشان‌دهنده افزایش طول دوره بارشی در این زون می‌باشد که به‌واسطه آن آب مورد نیاز برای رشد درختان

در فصل رویش فراهم شده است و درختان به‌صورت بسیار پراکنده در منطقه رویش داشته‌اند؛ اما به‌طورکلی شرایط آب‌وهوایی برای رویش درختان مناسب نبوده و پوشش گیاهی این زون از نوع استپی خشک می‌باشد.

زون H-5 آخرین زون گرده‌ای مربوط به دوره پلیئستوسن پسین می‌باشد. این زون که با افزایش شدید اسفناجیان و کاهش قابل‌توجه گندمیان آغاز شده است نشان‌دهنده کاهش شدید بارش و محدودشدگی آن به فصل زمستان می‌باشد. فراوانی نسبتاً زیاد گرده هزارخار از نکات قابل‌توجه این زون می‌باشد. گیاهان جنس هزارخار در دوره‌های یخبندان و دیریخبندان در زون‌های گرده‌ای شمال‌غربی ایران و شرق آناتولی به‌صورت پیوسته و با فراوانی قابل‌توجهی وجود دارند. بر اساس شواهد موجود دیرینه‌بوم‌شناسی، گیاهان جنس هزارخار در دوره‌های یخچالی فراوانی و گستردگی بیشتری نسبت به دوره‌های بین‌یخچالی داشته‌اند (جمالی و همکاران، ۲۰۱۲). آل موسلیمانی نیز گیاهان هزارخار را از گونه‌های ارتفاعات بلند زاگرس می‌داند که در دوره یخچالی افزایش یافته است (ال-موسلیمانی، ۱۹۸۷). گیاهان جنس هزارخار حشره- گرده‌افشان[1] و خود- گرده‌افشان[2] هستند به همین دلیل گرده آن‌ها کم‌نمایان[3] است. باوجوداینکه امروزه گیاهان جنس هزارخار از اجزای سازنده ناحیه رویشی ایرانی- تورانی است اما گرده آن در مطالعاتی که گرده‌افشانی گیاهان را بررسی کرده‌اند یا اصلاً مشاهده نشده است و یا اینکه کمتر از یک درصد از فراوانی گرده‌ها را به خود اختصاص داده است (جمالی و همکاران، ۲۰۱۲). فراوانی زیاد این گرده در این زون به‌ویژه در عمق ۲۷۵ سانتیمتری که به ٤ درصد می‌رسد نشان دهنده این است که این گیاه یکی از گیاهان اصلی سازنده اکوسیستم گیاهی آن دوره بوده است. با توجه به این شواهد فراوانی قابل‌توجه هزارخار می‌تواند حاکی از سرد بودن آب‌وهوای این زون باشد. گرده گیاه نیمه بیابانی ریش‌بز در سراسر نمودار گرده فراوانی ناچیزی دارد اما در این زون نسبت به سایر زون‌ها بیشتر مشاهده شده است. وجود این گیاه در این زون در کنار فراوانی زیاد گیاهان خانواده اسفناجیان بازتاب کننده شرایط خشک این زون می‌باشد. گیاهان آبزی در این زون نیز غالباً از نوع جگنیان هستند و گیاه علف هفت‌بند نیز از اجزای سازنده گیاهان آبزی این زون می‌باشد. حذف گیاهان آبزی در این زون از عمق ۲٤٥ سانتیمتری تا ۲۱۵ سانتیمتری نیز شرایط بسیار خشک تالاب را نشان می‌دهد. همچنین فقدان گرده از عمق ۲۳۰ سانتیمتری تا ۲٤۰ سانتیمتری نشان دهنده خشک شدن تالاب در این مقطع و اکسیده شدن گرده‌های گیاهی می‌باشد. خشک شدن تالاب در این قسمت از این زون گرده‌ای نیز یکی دیگر از شواهد خشکی شدید آب‌وهوا در این دوره است. در این زون نیز شرایط نامناسب آب‌وهوایی مانع از رشد و گسترش درختان شده است. با توجه به تمامی این شواهد نوع پوشش گیاهی این زون استپی نیمه

1 Insect-pollinated
2 Self-pollinated
3 Under-represented

بیابانی بوده است و از گیاهان استپی سازنده این زون می‌توان آب‌وهوای آن را سرد و خشک استنتاج کرد. آخرین دوره سرد و خشکی که قبل از شروع هولوسن رخ داده است دوره یانگر دریاس[1] می‌باشد. با توجه به اینکه این زون گرده‌ای نیز آخرین زون گرده‌ای متعلق به پلیئستوسن پسین در تالاب هشیلان است می‌توان شکل‌گیری آن را در ارتباط با رخداد سرد و خشک یانگر دریاس دانست.

جایگزینی گندمیان به جای اسفناجیان و درمنه در زون گرده‌ای H-6 از بارزترین تغییرات نمودار گرده تالاب هشیلان می‌باشد. در نمودارهای گرده‌ای دریاچه‌های زریبار و وان شروع دوره هولوسن مقارن با جایگزینی گیاهان خانواده گندمیان به جای گیاهان درمنه و اسفناجیان می‌باشد. این جایگزینی نشان‌دهنده افزایش رطوبت در هولوسن پیشین در منطقه زاگرس میانی می‌باشد. به دنبال تغییرات آب‌وهوایی که در این دوره رخ داده است درختان پسته کوهی و بلوط و درختچه‌های بادام نیز به‌صورت پیوسته در این زون رویش داشته‌اند اما درصد فراوانی آن‌ها زیاد نیست. ازآنجایی‌که گرده درخت پسته کوهی و بادام کم‌نمایان می‌باشند درصد فراوانی کم آن‌ها نیز نشان‌دهنده آن است که در دوره هولوسن پیشین درختان پسته کوهی و درختچه‌های بادام از فراوانی نسبتاً خوبی در منطقه برخوردار بوده‌اند. درخت پسته کوهی در برابر خشکسالی‌های تابستانه ناحیه زیست آب‌وهوایی[2] مدیترانه‌ای- ایرانی- تورانی مقاوم است و در مناطقی که زمستان‌های ملایم و بدون یخبندان دارند گسترش می‌یابد (روبرتز و همکاران، ۲۰۱۱). در این دوره باوجوداینکه درختان بلوط نیز به‌صورت پیوسته وجود داشته‌اند اما چون گرده بلوط بیش‌نمایان[3] (رایت و همکاران، ۱۹٦۷) است نتیجه گرفته می‌شود که از فراوانی زیادی برخوردار نبوده‌اند و عاملی (عواملی) از رشد و گسترش آن‌ها جلوگیری به عمل آورده است.

گیاهان نی لوئی، لوئی (گرز) و میریوفیلوم که در آب‌های شیرین رشد می‌کنند حاکی از شیرین بودن آب تالاب در این دوره هستند. مقادیر زیاد نی لوئی که در آب‌های نسبتاً کم عمق رشد می‌کند می‌تواند دلالت بر نوسان فصلی سطح آب و به زیر آب رفتن بخش‌های حاشیه‌ای تالاب در دوره‌های پرآبی باشد. در این زون در فاصله بین ۱۹۰ تا ۲۰۰ سانتیمتری به دلیل خشک شدن سطح تالاب گرده‌های گیاهی اکسیده شده‌اند اما مواد آلی فراوانی در همین قسمت از مغزه وجود دارد که می‌تواند نشان‌دهنده رویش گیاهان در یک دوره مرطوب از سال باشد. درخت چنار در این زون به‌صورت تقریباً پیوسته وجود دارد. وجود درخت چنار که غالباً در کنار آب رشد می‌کند نشان می‌دهد که شرایط دمایی برای رشد این‌گونه درختی در هولوسن پیشین فراهم بوده و به سبب تغذیه از آب توانسته است بر خشکسالی‌ها و فصل‌های خشک سال غلبه کند. با توجه به این شواهد در دوره هولوسن پیشین دما نمی‌توانسته است عامل محدود کننده رشد درخت باشد بلکه

1 Younger Dryas
2 Bioclimate zone
3 Over-represented

به‌احتمال‌زیاد تداوم خشکی در فصل گرم سال به‌عنوان یکی از عوامل محدود کننده رشد و گسترش درخت بلوط خزان‌دار، مانع از گسترش جنگل‌های بلوط در هولوسن پیشین شده است؛ اما پسته کوهی و بادام که به خشکسالی تابستانه مقاوم‌ترند در این دوره از اجزای اصلی پوشش گیاهی ساوانی منطقه بوده‌اند.

در زون H-7 درصد فراوانی گرده‌های درختی به حداکثر مقدار خود در نمودار گرده رسیده و پوشش گیاهی از ساوان پسته- بلوط به جنگل‌های باز بلوط تغییر کرده است. گسترش درختان بلوط در این زون می‌تواند با کاهش خشکی فصل گرم در ارتباط باشد. در نمودار گرده تالاب هشیلان پس از گسترش درختان بلوط فراوانی آن‌ها صرف‌نظر از افت‌وخیزهای کوتاه‌مدت تا عصر کنونی حفظ شده است و بلوط یکی از عناصر اصلی پوشش گیاهی منطقه‌ای می‌باشد.

در زون H-8 نیز گرده‌های درختی از فراوانی زیادی برخوردارند و از این نظر پوشش گیاهی منطقه مانند زون قبلی از نوع جنگلی پراکنده است اما کاهش گندمیان و افزایش اسفناجیان در این زون از دلایلی است که این زون از زون قبلی تفکیک شده است. با توجه به اینکه این زون مربوط به دوره‌ای است که سکونتگاه‌های انسانی نیز در اطراف تالاب وجود دارد و فعالیت‌هایی همچون کشاورزی و دامپروری در منطقه برقرار است، کاهش گندمیان می‌تواند در اثر چرای دام‌ها و یا تبدیل اراضی طبیعی به زمین‌های کشاورزی نیز باشد. همزمان با کاهش گندمیان درصد فراوانی گرده بلوط افزایش یافته است و این نکته این مطلب را می‌رساند که رطوبت به مقدار کافی برای رشد درخت بلوط که به رطوبت بیشتری نسبت به گندمیان نیاز دارد وجود داشته است؛ بنابراین کاهش گندمیان به‌احتمال‌زیاد تحت تأثیر فعالیت‌ها و دخالت‌های انسانی در محیط می‌باشد. در همین دوره گرده آنتروپوژنیکی[1] بارهنگ سرنیزه‌ای (کاردی)[2] در نمودار گرده وجود دارد. گیاه بارهنگ سرنیزه‌ای (کاردی) که در منطقه خاورمیانه به احتمال فراوان گونه‌های یکسانی از آن وجود دارد، شاخص بسیار خوبی برای دخالت‌های ناشی از چرای دام‌ها و تخریب می‌باشد (جمالی و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به این شواهد در این زون فعالیت‌های انسانی بر محیط و پوشش گیاهی اثرگذار بوده است.

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش با نتایج پژوهش‌های قبلی که در منطقه زاگرس انجام شده سازگاری دارد. به‌نحوی‌که در نمودارهای گرده دریاچه زریبار (فن‌زئیست و بوتما، ۱۹۷۷، ۱۹۹۱) نیز در پلیئستوسن پسین پوشش گیاهی از نوع استپ اسفناجیان- درمنه بوده است و با شروع هولوسن گندمیان جایگزین اسفناجیان و درمنه شده‌اند. همچنین تأخیر در گسترش بلوط از هولوسن پیشین به هولوسن میانی که در نمودار گرده تالاب هشیلان مشهود است در نمودارهای گرده زریبار، میرآباد (فن‌زئیست و بوتما، ۱۹۹۱) و ارومیه (بوتما،

1 Anthropogenic pollen
2 Plantago lanceolata-type

۱۹۸۶) نیز وجود دارد. افزون بر این، الگوی کلی تغییرات پوشش گیاهی نمودار گرده تالاب هشیلان با نمودار گرده وان ترکیه (ویک و همکاران، ۲۰۰۳) نیز دارای سازگاری است.

۵. نتیجه‌گیری

تالاب هشیلان پتانسیل بسیار زیادی برای بازسازی پوشش گیاهی و تغییرات آب‌وهوایی پلیئستوسن پسین و هولوسن منطقه زاگرس میانی به روش گرده‌شناسی دارد. براساس شواهد گرده‌شناسی این تالاب، پوشش گیاهی منطقه زاگرس میانی در پلیئستوسن پسین از نوع استپی اسفناجیان- درمنه بوده و حاکمیت چنین پوشش گیاهی نشانگر آب‌وهوای سرد و خشک می‌باشد. با شروع دوره هولوسن پوشش گیاهی از استپی نیمه‌بیابانی به ساوان پسته- بلوط تغییر کرده است و گندمیان جایگزین اسفناجیان و درمنه شده‌اند. این تغییرات و افزایش چشمگیر گیاهان آبزی نشان‌دهنده افزایش بارش در هولوسن پیشین می‌باشند. همچنین در این دوره درختان لب‌آب‌زی[1] چنار نیز رویش داشته‌اند. وجود پوشش ساوانی پسته- بلوط و درختان لب‌آب‌زی چنار نشان دهنده مناسب بودن شرایط دمایی برای رشد این گیاهان می‌باشد. باوجود افزایش بارش و دما در هولوسن پیشین، درختان بلوط نتوانسته‌اند گسترش یابند. شواهدی همچون گسترش درختان پسته کوهی و بادام که در برابر خشکسالی مقاوم هستند، وجود درختان لب‌آب‌زی که می‌توانند با استفاده از آب پیرامون خود بر فصل خشک غلبه کنند و همچنین خشک‌شدگی تالاب و نبود شرایط مناسب برای گسترش درختان بلوط که به فصل خشک طولانی مدت و فقدان بارش بهاره حساس هستند همگی نشان‌دهنده یک دوره خشک در فصل گرم سال هستند. با توجه به این شواهد به نظر می‌رسد تضاد فصلی[2] آب‌وهوا در هولوسن پیشین شدید بوده است و وجود فصل گرم و خشک طولانی که موازنه بارش- تبخیر در آن به‌شدت منفی بوده عامل اصلی بازدارنده گسترش درختان بلوط در هولوسن پیشین بوده است. در هولوسن میانی به سبب از بین رفتن عوامل ایجاد کننده فصل خشک طولانی، طول دوره خشک کوتاه‌تر شده و در پی آن طول فصل بارشی افزایش یافته است و علاوه بر فصل زمستان فصل بهار نیز بارش داشته است. حاکمیت چنین وضعیت آب‌وهوایی سبب گسترش جنگل‌های بلوط و تغییر پوشش گیاهی از ساوان پسته- بلوط به جنگل‌های باز بلوط شده است. جنگل‌های بلوط زاگرس در هولوسن میانی تثبیت‌شده‌اند و صرف‌نظر از افت‌وخیزهای کوتاه‌مدت تا عصر کنونی فراوانی خود را حفظ کرده‌اند. ازاین‌رو ساختار آب‌وهوای کنونی منطقه زاگرس میانی از هولوسن میانی شکل‌گرفته است. الگوی کلی تغییرات پوشش گیاهی تالاب هشیلان با نتایج پژوهش‌های قبلی که در منطقه زاگرس انجام شده سازگاری و هماهنگی زیادی دارد.

1 Riparian Tree
2 Seasonality

آنالیز گرده‌شناسی باقدرت تفکیک بالاتر و با سن‌سنجی‌های بیشتر بر روی مغـزه رسـوبی تـالاب هـشیلان می‌تواند تغییرات آب‌وهوایی و پوشش گیاهی را با دقت زمانی مناسب‌تری آشکار سازد.

تشکر و قدردانی

از پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوّی کشور به خاطر حمایـت مـالی از ایـن پـژوهش قـدردانی مـی‌شـود. از جنـاب آقـای داود سـلمانی بـه‌پـاس همکـاری در عملیـات میـدانی و آزمایـشگاهی صـمیمانه سپاس‌گزاری می‌شود. از جناب آقای دکتر مرتضی جمالی عضو هیأت علمی مرکز مطالعات CNRS فرانسه به خاطر رفع اشکال در شناسایی برخی از گرده‌های گیاهی قدردانی می‌شود.

کتابنامه

صفایی‌راد، رضا؛۱۳۹۲. شواهد گرده‌شناسی تغییرات اقلیمی هولوسن در زاگرس میانی؛ مطالعه موردی تالاب هـشیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. رشته آب‌وهوا شناسی. استاد راهنما قاسم عزیزی. دانشکده جغرافیا. دانشگاه تهران.

عزیزی، قاسم؛ ۱۳۸۳. تغییر اقلیم. چاپ. تهران: انتشارات قومس.

Azizi, G., 2004. Climate Change. Tehran: Ghoomes Press.

Bottema, S., 1986. A late Quaternary pollen diagram from Lake Urmia (northwestern Iran). Review of Palaeobotany and Palynology 47, 241–261.

Demske, M., Tarasov, P.E., Nakagawa, T., 2013. Atlas of pollen, spores and further non-pollen palynomorphs recorded in the glacial-interglacial late Quaternary sediments of Lake Suigetsu, central Japan, Quaternary International 290-291, 164-238.

Djamali M., De Beaulieu, J.-L., Miller, N.F., Andrieu-Ponel, V., Ponel, Ph., Lak, R., Sadeddin, N., Akhani, H., Fazeli, H., 2009. Vegetation history of the SE section of the Zagros Mountains during the last five millennia; a pollen record from the Maharlou Lake. Fars Province, Iran, Veget Hist Archaeobot 18, 123–136.

Djamali, M., Baumel, A., Brewer, S., Jackson, S.T.J., Simakova, A. and Shabanian, E.,, 2012. Persistence of Cousinia Cass. (Asteraceae) through multiple glacial-interglacial cycles: evolutionary implications for Irano-Turanian flora. Review of Palaeobotany and Palynology 172(15), 10-20.

Djamali, M., de Beaulieu, J. L., ShahHosseini, M., AndrieuPonel, V., Ponel, P., Amini, A., Akhani, H., Leroy, S. A.G., Stevens, L., Lahijam, H., Brewer, S., 2008. A late Pleistocene long pollen record from Lake Urmia. Quaternary Research 69, 413-420.

El-Moslimany, A. P., 1986. Ecology and late-Quaternary history of the Kurdo-Zagrosian oak forest near Lake Zeribar, western Iran. Vegetatio 68, 55–63.

El-Moslimany, A. P., 1987. The late Pleistocene climates of the Lake Zeribar region (Kurdistan, western Iran) deduced from the ecology and pollen production of non-arboreal vegetation. Vegetation 72, 31-139.

Faegri, K., Iverson, J., 1989. Textbook of Pollen Analysis, (4th edition, with K. Krzywinski). John Wiley. Chichester & New York.

Griffiths, H.I., Schwalb, A., Stevens, L.R., 2001. Environmental change in southwestern Iran: the Holocene ostracod fauna of Lake Mirabad. The Holocene 11(6), 757-764.

http://apsa.anu.edu.au.

http://www.geo.arizona.edu/palynology/polondc1.html.

Hutchinson, G.F. and Cowgill, U.M., 1963. Chemical examination of a core fiom Lake Zeribar. Iran. Science 140. 67-69.

Kaplan, G., 2013. Palynological analysis of the Late Pleistocene terrace deposits of Lake Van, eastern Turkey: Reconstruction of paleovegetation and paleoclimate, Quaternary International 292, 168-175.

Karami, M., Kasmani, M.E., Alamesh, A.A. 2001. Plants of Hashilan Wetland, Kermanshah, Iran. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran 12(3), 201-207.

Kehl, M., 2009. Quaternary climate change in Iran – the state of knowledge, Erdkunde, 63(1), 1 – 17.

Megard. R.O., 1967. Late-Quater-nary Cladocerat of Lake Zeribar, western Iran. Ecology 48, 179-89.

Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E., 1991. Pollen Analysis, second edition, Oxford, Blackwell, 216.

Roberts, N., 1998. The Holocene: An Environmental History, 2nd edition. Oxford, UK, Blackwell Publishers Ltd, pp. 316.

Roberts, N., Eastwood, W.J., Kuzucuoglu, C., Fiorentino, G., Caracuta, V., 2011. Climatic, vegetation and cultural change in the eastern Mediterranean during the mid-Holocene environmental transition. Holocene 21 (1) 147-162.

Safaierad, R., 2013. Palynological Evidences of the Holocene Climate Changes in the Central Zagros, Case study: Hashilan Wetland. M.A. Dissertation in Climatology, Supervisor Ghasem Azizi, Faculty of Geography, University of Tehran.

Snyder, J.A., Wasylik, K., Fritz, S.C. and Wright, H.E. Jr., 2001. Diatom-based conductivity reconstruction and palaeoclimatic interpretation of a 40-ka record from Lake Zeribar, Iran. The Holocene, The Holocene 11(6).

Stevens, L.R., Ito, E., Schwalb, A., and Wright Jr., H.E., 2006. Timing of atmospheric precipitation in the Zagros Mountains inferred from a multi-proxy record from Lake Mirabad, Iran. Quaternary Research 66, 494-500.

Stevens, L.R., Wright Jr, H.E., Ito, E., 2001. Proposed changes in seasonality of climate during the Lateglacial and Holocene at Lake Zeribar, Iran, The Holocene 11.6, pp. 747-755.

Stockmarr, J., 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. Pollen Spores 13, 615–621

Van Zeist, W. and Wright Jr., H.E., 1963. Preliminary pollen studies at Lake Zeribar, Zagros Mountains, Southwestern Iran. Science 140, 65-67.

Van Zeist, W., Bottema, S., 1977. Palynological investigations in western Iran. Palaeohistoria 19, 19-85.

van Zeist, W., Bottema, S., 1991. Late Quaternary Vegetation of the Near East. Wiesbaden: Dr Ludwig Reichert Verlag.

van Zeist, W., Woldring, H., 1978. A postglacial pollen diagram from Lake Van in East Anatolia. Rev. Palaeobot. Palynol. 26, 249-276.

Wasylikowa, K. and Walanus, A., 2004. Pace of aquatic and marsh plant succession in various parts of Lake Zeribar, Iran, during the Late Glacial and Holocene. Acta Palaeobotanica 44, 129-40.

Wasylikowa, K., 2005. Palaeoecology of Lake Zeribar, Iran, in the Pleniglacial, Lateglacial and Holocene, reconstructed from plant macrofossils, The Holocene 15(5),720- 735.

Wasylikowa, K., Witkowski, A., Walanus, A., Hutorowicz, A., Stefan W. A., Jerzy, J. L., 2006. Palaeolimnology of Lake Zeribar, Iran, and its climatic implications, Quaternary Research 66, 477–493.

Wasylikowa. K., 1967. Late QuLaterniaty plant iacrofossils from Lake Zeribar, western Irani. Revievti of Palakeobotaitiv tindl Ptilvnology 2, 3, 13-18.

Wick, L., Lemcke, G. and Sturm, M., 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey. The Holocene 13, 665–75.

Wright, H.E., McAndrews, J.H., van Zeist, W., 1967. Modern pollen rain in western Iran, and its relation to plant geography and Quaternary vegetational history. Journal of Ecology 55, 415–443.